

【特許請求の範囲】

【請求項1】 発電の際に生成されるガスから回収された水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器を有する回収水浄化手段を備え、前記イオン交換容器の少なくとも前記回収された水が通過させられる側の面の全部または一部は、撓水性を有している燃料電池システム。

【請求項2】 前記撓水性を有しているとは、フッ素系材料を利用して構成されていることである請求項1記載の燃料電池システム。

【請求項3】 前記フッ素系材料を利用して構成されているとは、フッ素系材料を利用した塗膜が形成されていることである請求項2記載の燃料電池システム。

【請求項4】 前記フッ素系材料を利用した塗膜は、フッ素系界面活性剤が混合された塗膜である請求項3記載の燃料電池システム。

【請求項5】 前記回収された水が通過させられる側の面の全部または一部には、凹凸が形成されている請求項1から4の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項6】 発電の際に生成されるガスから回収された水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器を有する回収水浄化手段を備え、前記イオン交換容器の前記回収された水が通過させられる側の面の全部または一部には、前記イオン交換を行ふための所定のイオン交換膜が形成されている燃料電池システム。

【請求項7】 発電の際に生成されるガスから回収された水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器を有する回収水浄化手段を備え、前記充填されるイオン交換樹脂は、所定の紫外線照射によって表面処理されている燃料電池システム。

【請求項8】 水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器であって、

少なくとも前記水が通過させられる側の面の全部または一部は、撓水性を有しているイオン交換容器。

【請求項9】 水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器であって、

前記水が通過させられる側の面の全部または一部には、前記イオン交換を行ふための所定のイオン交換膜が形成されているイオン交換容器。

【請求項10】 水をイオン交換により浄化するための、所定の紫外線照射によって表面処理されているイオン交換樹脂。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システム、イオン交換容器、およびイオン交換樹脂に関する。

【0002】

【従来の技術】はじめに、従来の燃料電池システムのブロック図である図3を参照しながら、従来の燃料電池システムの構成および動作について説明する。

【0003】燃料電池31は供給される水素等の燃料ガスと空気等の酸化性ガスの反応によって電力および熱を発生させる。燃料ガスおよび酸化性ガスはそれぞれ燃料側加湿器33および酸化側加湿器36で加湿された後、燃料電池31に供給される。

【0004】燃料処理装置32において天然ガスなどの原料を水蒸気を含む雰囲気下で加熱して生成された燃料ガスを燃料側加湿器33に送り込み、水タンク38から燃料側水ポンプ39によって供給される水が燃料ガスに噴霧される。このようにして加湿された燃料ガスが燃料電池31に供給される。

【0005】一方、空気供給装置35より供給される酸化性ガスは酸化側加湿器36において水タンク38より酸化側水ポンプ310によって供給される水の噴霧によって加湿された後、燃料電池31に供給される。

【0006】この燃料電池システムにおいては、一般的に以下のようないくつかの機構を用いて発電に用いられた水および発電時に生成した水を回収し新たな発電に用いる。

【0007】燃料側水回収器34は燃料電池31より排出された燃料ガスを冷却して燃料ガス中の水を凝縮させる。得られた凝縮水は金属製の配管や継手を介して水タンク38に回収される。燃料側水回収器34により除湿された燃料ガスは系外に排出される。

【0008】酸化側水回収器37は燃料電池31より排出された酸化性ガスを冷却して酸化性ガス中の水を凝縮する。得られた凝縮水は金属製の配管や継手を介して水タンク38に回収される。酸化側水回収器37により除湿された空気は系外に排出される。

【0009】また、燃料電池31の内部には発電時に発生する熱を除去し、燃料電池31の温度を一定に保つために冷却水を循環させる。冷却水は水タンク38より冷却水ポンプ311より汲み上げ、冷却水タンク313に貯えられ、その後冷却水循環ポンプ312にて冷却配管318を通して燃料電池31内に循環させる。放熱器314は燃料電池31を経由した冷却水の熱を外部に放出する。冷却配管318には放熱のため熱伝導性に優れた金属製の配管や継手が使用される。また、同じ理由で、放熱器313はそのほとんどを金属製の部品によって構成される。

【0010】水タンクに貯蔵される初期の水や冷却水循環路を循環する冷却水としては、不純物の少ない蒸留水やイオン交換水が用いられているが、上記したように多くの金属部品で冷却水循環路が構成されるとそれらの部品から凝縮水や冷却水に金属イオンが溶出するため、水

タンク38や冷却水タンク313内部の水の電気伝導率が上昇し漏電等の問題が発生しやすい。そこで、水タンク前後の水路や冷却水の循環経路等にイオン交換樹脂を充填した容器（以下、イオン交換樹脂筒とする）315、316、317を設けて金属イオンを捕捉することで水質の浄化が行われている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなイオン交換によって、長期にわたる水質の浄化を実現するのは困難であった。

【0012】本発明者は、その理由をたとえづぎのように分析した。すなわち、イオン交換樹脂筒においては、いわゆるイオン交換帯がイオン交換樹脂筒の出口部に達した時点からイオンの漏洩が起り、水質の劣化が進行することから、イオン交換帯はイオン交換樹脂の入口部から徐々に進行するのが理想である。しかしながら、現実的には水の一部がイオン交換樹脂筒の壁面を濡らし、その壁面を伝って、イオン交換樹脂筒の出口部に存在するイオン交換樹脂と接触するため（いわゆるショートカット現象）、極めて短い時間で金属イオンの漏洩が起り、長期的に純度の高い水質を確保することができない。特に、金属系の配管等を介して水が循環する燃料電池のように、金属イオンが溶けだした水をイオン交換樹脂筒を介して浄化する場合には、水の表面張力が金属イオンの溶け込みによって低下するため、イオン交換樹脂筒の壁面により濡れやすくなり、ショートカット現象が顕著になってしまふ。

【0013】なお、金属イオンの捕捉が進むにつれてイオン交換樹脂のイオン交換機能が低下すること自体は致し方なく、イオン交換機能を長期にわたり持続させるには、イオン交換樹脂筒の容量を大きくすることが有効である。しかしながら、燃料電池システムのコンパクト性の観点からすれば、イオン交換樹脂筒の容量が増大することは好ましくないため、イオン交換樹脂筒の容積を変えることなく、そのイオン交換容量を向上することが望ましいと考えられる。

【0014】本発明は、上記従来のこのような課題を考慮し、たとえば、燃料電池システム内で利用される水の品質をより長期にわたり維持することができる燃料電池システム、イオン交換容器、およびイオン交換樹脂を提供することを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】第一の本発明（請求項1に対応）は、発電の際に生成されるガスから回収された水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器を有する回収水浄化手段を備え、前記イオン交換容器の少なくとも前記回収された水が通過させられる側の面の全部または一部は、撓水性を有している燃料電池システムである。

【0016】第二の本発明（請求項2に対応）は、前記撓水性を有しているとは、フッ素系材料を利用して構成されていることである第一の本発明の燃料電池システムである。

【0017】第三の本発明（請求項3に対応）は、前記フッ素系材料を利用して構成されているとは、フッ素系材料を利用した塗膜が形成されていることである第二の本発明の燃料電池システムである。

【0018】第四の本発明（請求項4に対応）は、前記10 フッ素系材料を利用した塗膜は、フッ素系界面活性剤が混合された塗膜である第三の本発明の燃料電池システムである。

【0019】第五の本発明（請求項5に対応）は、前記回収された水が通過させられる側の面の全部または一部には、凹凸が形成されている第一から第四の何れかの本発明の燃料電池システムである。

【0020】第六の本発明（請求項6に対応）は、発電の際に生成されるガスから回収された水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器を有する回収水浄化手段を備え、前記イオン交換容器の前記回収された水が通過させられる側の面の全部または一部には、前記イオン交換を行いうための所定のイオン交換膜が形成されている燃料電池システムである。

【0021】第七の本発明（請求項7に対応）は、発電の際に生成されるガスから回収された水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器を有する回収水浄化手段を備え、前記充填されるイオン交換樹脂は、所定の紫外線30 照射によって表面処理されている燃料電池システムである。

【0022】第八の本発明（請求項8に対応）は、水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器であって、少なくとも前記水が通過させられる側の面の全部または一部は、撓水性を有しているイオン交換容器である。

【0023】第九の本発明（請求項9に対応）は、水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器であって、前記水が通過させられる側の面の全部または一部には、前記イオン交換を行いうための所定のイオン交換膜が形成されているイオン交換容器である。

【0024】第十の本発明（請求項10に対応）は、水をイオン交換により浄化するための、所定の紫外線照射によって表面処理されているイオン交換樹脂である。

【0025】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかる実施の形態について、図面を参照しつつ説明を行う。

【0026】（実施の形態1）はじめに、本発明の実施50 の形態1の燃料電池システムのブロック図である図1を

参照しながら、本実施の形態の燃料電池システムの構成について説明する。

【0027】なお、後に詳述されるように、本実施の形態の燃料電池システムの特徴は、イオン交換樹脂筒（イオン交換容器）21がフッ素系材料であるポリテトラフルオロエチレン（PTFE）からなっており、イオン交換樹脂筒の容積を大きくすることなく、システム内の水質を長期にわたり維持することができる点にある（図2参照）。

【0028】燃料ガス生成手段としての燃料処理装置12において天然ガスを水蒸気を含む霧囲気下で加熱して燃料ガスを生成させ、この燃料ガスを燃料ガス加湿手段としての燃料側加湿器13に送り込み、水タンク18から燃料側水ポンプ19及びイオン交換樹脂筒116を介して供給した水を噴霧し、燃料ガスを加湿した後、燃料電池11に供給する。一方、酸化性ガス供給手段としての空気供給装置15より供給された空気を酸化性ガス加湿手段としての酸化側加湿器16において水タンク18から酸化側水ポンプ110及びイオン交換樹脂筒115を介して供給された水を噴霧することで加湿した後、燃料電池11に供給する。燃料電池11より排出された燃料ガス及び空気（すなわち、発電の際に生成されるガス）をそれぞれ燃料側水回収手段としての燃料側水回収器14及び酸化側水回収手段としての酸化側水回収器17にて冷却して燃料ガス及び空気中の水を凝縮させ、配管や継手を介して水タンク18に回収する。燃料側水回収器14及び酸化側水回収器17により除湿された空気は系外に排出される。続いて、燃料電池11の内部に冷却水を循環させるため、冷却水ポンプ111によって水タンク18汲み上げた水をイオン交換樹脂筒117を通し浄化した水を貯えた冷却水タンク113から冷却水循環ポンプ112により冷却配管118を通して水を循環させる。放熱器114は燃料電池11を経由した冷却水の熱を外部に放出する。

【0029】なお、図2は、本発明の実施の形態1のイオン交換樹脂筒21の構成図である。イオン交換樹脂筒21はポリテトラフルオロエチレン（PTFE）で形成され、その内部にイオン交換樹脂22としてSMT100（三菱化成（株）製）がそれぞれ300mLが充填されている。水は入口部23から供給され、イオン交換樹脂22によって浄化された後、出口部24から排水される。

【0030】つぎに、本実施の形態の燃料電池システムの動作について説明する。

【0031】このような固体高分子電解質型燃料電池システムを、酸素利用率40%、水素利用率70%で、水素加湿バブラー温度85°C、空気加湿バブラー温度65°C、電池温度75°C、電流密度0.2A/cm²で運転し、電池電圧の変化を調べたところ、燃料電池の初期電圧は28ボルト（燃料電池は40セルスタック）を示

し、また500時間以上の連続作動後においても電池電圧は低下することなく28ボルトを維持し、運動動作は非常に安定したものであった。さらに、電池駆動直後及び500時間連続駆動後に、各イオン交換樹脂筒を通過した後の循環水の導電率を測定したところ、いずれも1μS/cm以下の値を示し、非常に純度のよいものであり水質の劣化は起こっていないことがわかった。つまり、上記した本実施例の高分子電解質型燃料電池システムが良好な結果を示したのはイオン交換樹脂筒における循環水の浄化機能が長期にわたり発現できたためである。

【0032】なお、イオン交換樹脂筒をアクリルで構成した点以外は上述と同様にして、比較例の固体高分子型燃料電池システムを作製した。

【0033】この比較例の固体高分子型燃料電池システムを酸素利用率40%、水素利用率70%で、水素加湿バブラー温度85°C、空気加湿バブラー温度65°C、電池温度75°C、電流密度0.2A/cm²で運転したところ、燃料電池の初期電圧として28ボルト（燃料電池は40セルスタック）を示したが、電池電圧は徐々に低下し、2000時間経過後の電池電圧は18ボルトまで低下し、耐久性のないものであった。さらに、電池駆動直後及び2000時間連続駆動した後に、各イオン交換樹脂筒を通過した後の循環水の導電率を測定したところ、初期値は1μS/cm以下の値を示したが、2000時間経過後の導電率は100μS/cmで純度の低下が確認できた。この比較例における高分子電解質型燃料電池システムが耐久性のないものであった理由は、イオン交換樹脂筒における循環水の浄化機能が低下したためであると考えられる。

【0034】このように、本実施の形態の燃料電池システムは、燃料生成手段と、前記燃料生成手段によって生成された燃料ガスを加湿する燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガスを加湿する酸化性ガス加湿手段と、加湿された前記燃料ガスおよび酸化性ガスを用いて発電する燃料電池と、前記燃料電池より排出される前記酸化性ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段と、前記燃料電池より排出される前記燃料ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段により回収された回収水を燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段と、イオン交換樹脂筒とから構成される。

【0035】前記回収水はポンプにて汲み上げられ、前記イオン交換樹脂筒によって浄化される。イオン交換樹脂筒はフッ素系材料からなり、その内部にイオン交換樹脂が充填されている。この構成にすることでイオン交換樹脂筒の容積を大きくすることなく、システム内の水質を長期にわたり維持し、高耐久の燃料電池システムが実現できる。

【0036】これは以下の作用による、つまり、イオン交換樹脂筒をフッ素材料で構成した場合、その壁面は撓水機能を有するため、水は壁面に漏れず、界面を伝ってイオン交換樹脂の出口部に運ばれるという現象は起こらない。このために水中のイオンは入口部に存在するイオン交換樹脂から順序よく効率的に置換されることになるため、長期にわたりイオン交換機能を発現できるからである。

【0037】尚、イオン交換樹脂筒は一般的には円筒形のものが用いられるが、形状は円筒形に限定されるものではない。また、イオン交換樹脂筒の長さや断面積も流量等のシステム上要求される性能に合わせ適宜選択すればよく特に限定されるものではない。

【0038】(実施の形態2)はじめに、本実施の形態の燃料電池システムの構成について説明するが、本実施の形態の燃料電池システムは、イオン交換樹脂筒を本発明の実施の形態2のイオン交換樹脂筒41の構成図である図4に示したものに変更した点以外においては、前述した本実施の形態1の燃料電池システムと同様な固体高分子型燃料電池システムである。

【0039】図4において、イオン交換樹脂筒41はアクリル製で、その表面にフッ素系の塗膜(ファインケミカルジャパン(株)製)TEFコート)42が設けられている。イオン交換樹脂筒の内部にはイオン交換樹脂43としてSMT100(三菱化成(株)製)が充填されている。水は入口部44から供給され、イオン交換樹脂43によって浄化された後、出口部45から排水される。

【0040】つぎに、本実施の形態の燃料電池システムの動作について説明する。

【0041】このような固体高分子電解質型燃料電池システムを、酸素利用率40%、水素利用率70%で、水素加湿バブラー温度85°C、空気加湿バブラー温度65°C、電池温度75°C、電流密度0.2A/cm²で運転し、電池電圧の変化を調べたところ、燃料電池の初期電圧は28ボルト(燃料電池は40セルスタック)を示し、また、5000時間以上の連続作動後においても電池電圧は低下することなく28ボルトを維持し、運動動作は非常に安定したものであった。さらに電池駆動直後及び5000時間連続駆動後に、各イオン交換樹脂筒を通過した後の循環水の導電率を測定したところ、いずれも1μS/cm以下の値を示し、非常に純度のよいものであり水質の劣化は起こっていないことがわかった。つまり、上記した本実施例の高分子電解質型燃料電池システムが良好な結果を示したのは、イオン交換樹脂筒における循環水の浄化機能が長期にわたり発現できたためである。尚、フッ素系塗膜(TEFコート)の膜厚を段差計にて測定したところ0.8μmであった。

【0042】このように、本実施の形態の燃料電池システムは、燃料生成手段と、前記燃料生成手段によって生

成された燃料ガスを加湿する燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガスを加湿する酸化性ガス加湿手段と、加湿された前記燃料ガスおよび酸化性ガスを用いて発電する燃料電池と、前記燃料電池より排出される前記酸化性ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段と、前記燃料電池より排出される前記燃料ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段および燃料側水回収手段により回収された回収水を燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段と、イオン交換樹脂筒とから構成される。

【0043】前記回収水はポンプにて汲み上げられ前記イオン交換樹脂筒によって浄化される。前記イオン交換樹脂筒の内表面にはフッ素系塗膜が設けられ、その内部にイオン交換樹脂が充填されている。この構成にすることでイオン交換樹脂筒の容積を大きくすることなく、システム内の水質を長期にわたり維持し、高耐久の燃料電池システムが実現できる。

【0044】これは以下の作用による、つまり、イオン交換樹脂筒の内表面にフッ素系材料からなる塗膜を設けた場合、その壁面は撓水機能を有するため、水は壁面に漏れないため、その界面を伝ってイオン交換樹脂の出口部に運ばれることはない。このために水中のイオンは入口部に存在するイオン交換樹脂から順序よく効率的に置換されることになるため、長期にわたりイオン交換機能を発現できるからである。また、この場合は、イオン交換樹脂筒の壁面の表面のみにフッ素系塗膜を設けるだけで済むために請求項1のものに比べると材料費を削減できるという効果も発現できる。

【0045】尚、イオン交換樹脂筒は一般的には円筒形のものが用いられるが、形状は円筒形に限定されるものではない。また、イオン交換樹脂筒の長さや断面積も流量等のシステム上要求される性能に合わせ適宜選択すればよく特に限定されるものではない。さらに、フッ素系塗膜の膜厚は塗膜材料に依存するが大体の目安として100nm以上あればイオン交換樹脂筒の内表面に撓水機能を発現させることができ、水質浄化機能の耐久性を向上することができる。

【0046】(実施の形態3)はじめに、本実施の形態の燃料電池システムの構成について説明するが、本実施の形態の燃料電池システムは、イオン交換樹脂筒を本発明の実施の形態3のイオン交換樹脂筒51の構成図である図5に示したものに変更した点以外においては、前述した本実施の形態1の燃料電池システムと同様な固体高分子型燃料電池システムである。

【0047】図5において、イオン交換樹脂筒51はアクリル製で、その表面にフッ素系界面活性剤53としてフロリナートFC-430(3M(株)製)を混合したポリイミド(日本合成ゴム(株)：製品名JALS214)からなる塗膜52が設けられている。イオン交換樹

脂筒の内部にはイオン交換樹脂54としてSMT100（三菱化成（株）製）が充填されている。水は入口部55から供給され、イオン交換樹脂54によって浄化された後、出口部56から排水される。

【0048】つぎに、本実施の形態の燃料電池システムの動作について説明する。

【0049】このような固体高分子電解質型燃料電池システムを、酸素利用率40%、水素利用率70%で、水素加湿バブラー温度85°C、空気加湿バブラー温度65°C、電池温度75°C、電流密度0.2A/cm²で運転したところ、燃料電池の初期電圧は28ボルト（燃料電池は40セルスタック）を示し、また、5000時間以上の連続作動後においても電池電圧は低下することなく28ボルトを維持し、運動動作は非常に安定したものであった。さらに、電池駆動直後及び5000時間連続駆動後に、各イオン交換樹脂筒を通過した後の循環水の導電率を測定したところ、いずれも1μS/cm以下の値を示し、非常に純度のよいものであり水質の劣化は起こっていないことがわかった。つまり、上記した本実施例の高分子電解質型燃料電池システムが良好な結果を示したのは、イオン交換樹脂筒における循環水の浄化機能が長期にわたり発現できたためである。尚、フロリナートFC-430の混合量はJAL S214に対して10重量%とした。また、塗膜の膜厚は段差計にて測定したところ800nmであった。

【0050】このように、本実施の形態の燃料電池システムは、燃料生成手段と、前記燃料生成手段によって生成された燃料ガスを加湿する燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガスを加湿する酸化性ガス加湿手段と、加湿された前記燃料ガスおよび酸化性ガスを用いて発電する燃料電池と、前記燃料電池より排出される前記酸化性ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段と、前記燃料電池より排出される前記燃料ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段および燃料側水回収手段により回収された回収水を燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段と、イオン交換樹脂筒とから構成される。

【0051】前記回収水はポンプにて汲み上げられ前記イオン交換樹脂筒によって浄化される。前記イオン交換樹脂筒の内表面にはフッ素系界面活性剤が混合された塗膜が設けられ、その内部にイオン交換樹脂が充填されている。この構成にすることでイオン交換樹脂筒の容積を大きくすることなく、システム内の水質を長期にわたり維持し、高耐久の燃料電池システムが実現できる。

【0052】これは以下の作用による。つまり、イオン交換樹脂筒の内表面にフッ素系界面活性剤が混合された塗膜を設けた場合、その壁面は撓水機能を有するため、水は壁面に濡れず、その界面を伝ってイオン交換樹脂の出口部に運ばれるという現象は起こらず、水中のイオン

は入口部に存在するイオン交換樹脂から順序よく効率的に置換されることになるため、長期にわたりイオン交換機能を発現できるからである。この場合は、壁面の表面の一部にのみフッ素系材料を使用するだけで済むために前述した本実施の形態1～2のものに比べると材料費を削減できるという効果も発現できる。

【0053】尚、イオン交換樹脂筒は一般的には円筒形のものが用いられるが、形状は円筒形に限定されるものではない。また、イオン交換樹脂筒の長さや断面積も流量等のシステム上要求される性能に合わせ適宜選択すればよく特に限定されるものではない。さらに、フッ素系界面活性剤の混合量は、界面活性剤や塗膜の材料に依存するが大体の目安として塗膜に対して1重量%以上あればイオン交換樹脂筒の内容面に撓水機能を発現させることができ、水質浄化機能の耐久性を向上することができる。また、塗膜の膜厚は100nm以上あれば十分である。

【0054】（実施の形態4）はじめに、本実施の形態の燃料電池システムの構成について説明するが、本実施の形態の燃料電池システムは、イオン交換樹脂筒を本発明の実施の形態4のイオン交換樹脂筒61の構成図である図6に示したものに変更した点以外においては、前述した本実施の形態1の燃料電池システムと同様な固体高分子型燃料電池システムである。

【0055】図6において、イオン交換樹脂筒61はPTFE製で、その表面にサンドブラスターで加工した高さ約50μm、ピッチ約200μmの凹凸62が設けられている。イオン交換樹脂筒の内部にはイオン交換樹脂63としてSMT100（三菱化成（株）製）が充填されている。水は入口部64から供給され、イオン交換樹脂63によって浄化された後、出口部65から排水される。

【0056】つぎに、本実施の形態の燃料電池システムの動作について説明する。

【0057】このような固体高分子電解質型燃料電池システムを、酸素利用率40%、水素利用率70%で、水素加湿バブラー温度85°C、空気加湿バブラー温度65°C、電池温度75°C、電流密度0.2A/cm²で運転したところ、燃料電池の初期電圧は28ボルト（燃料電池は40セルスタック）を示し、また、5000時間以上の連続作動後においても電池電圧は低下することなく28ボルトを維持し、運動動作は非常に安定したものであった。さらに、電池駆動直後及び5000時間連続駆動後に、各イオン交換樹脂筒を通過した後の循環水の導電率を測定したところ、いずれも1μS/cm以下の値を示し、非常に純度のよいものであり水質の劣化は起こっていないことがわかった。つまり、上記した本実施例の高分子電解質型燃料電池システムが良好な結果を示したのは、イオン交換樹脂筒における循環水の浄化機能が長期にわたり発現できたためである。

11

【0058】このように、本実施の形態の燃料電池システムは、燃料生成手段と、前記燃料ガス生成手段によって生成された燃料ガスを加湿する燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガスを加湿する酸化性ガス加湿手段と、加湿された前記燃料ガスおよび酸化性ガスを用いて発電する型燃料電池と、前記燃料電池より排出される前記酸化性ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段と、前記固体高分子型燃料電池より排出される前記燃料ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段および燃料側水回収手段により回収された回収水を燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段と、イオン交換樹脂筒とから構成される。

【0059】前記回収水はポンプにて汲み上げられ前記イオン交換樹脂筒によって浄化される。前記イオン交換樹脂筒は前述した本実施の形態1～3における構成を有するイオン交換樹脂筒であって、その内表面に凹凸形状を有し、その内部にイオン交換樹脂が充填されている。この構成にすることで本実施の形態1～3のものよりも更に高耐久の燃料電池システムが実現できる。

【0060】これは以下の作用による。つまり、壁面に凹凸を設けた場合、水と壁面の接触面積が大きくなるため、いわゆる超撓水現象により、撓水機能が強調され、イオン交換樹脂筒の壁面においては、水はさらに漏れ難くなるため、水中のイオンはより効率的に上部に存在するイオン交換樹脂から置換されることになるため、長期にわたりイオン交換機能を発現できるからである。

【0061】尚、凹凸形状はサンドブラスト等の機械加工やプラズマエッティングまたは化学エッティング等により加工形成できる。

【0062】(実施の形態5)はじめに、本実施の形態の燃料電池システムの構成について説明するが、本実施の形態の燃料電池システムは、イオン交換樹脂筒を本発明の実施の形態5のイオン交換樹脂筒71の構成図である図7に示したものに変更した点以外においては、前述した本実施の形態1の燃料電池システムと同様な固体高分子型燃料電池システムである。

【0063】図7において、イオン交換樹脂筒71はポリプロピレン製で、その表面に厚み30μmのイオン交換膜(旭硝子(株)製:商品名フレミオン)72が設けられている。イオン交換樹脂筒の内部にはイオン交換樹脂73としてSMT100(三菱化成(株)製)が充填されている。水は入口部74から供給され、イオン交換樹脂73によって浄化された後、出口部75から排水される。

【0064】つぎに、本実施の形態の燃料電池システムの動作について説明する。

【0065】このような固体高分子電解質型燃料電池システムを、酸素利用率40%、水素利用率70%で、水

12

素加湿バブラー温度85°C、空気加湿バブラー温度65°C、電池温度75°C、電流密度0.2A/cm²で運転したところ、燃料電池の初期電圧は28ボルト(燃料電池は40セルスタック)を示し、また、500時間以上の連続作動後においても電池電圧は低下することなく28ボルトを維持し、運転動作は非常に安定したものであった。さらに、電池駆動直後及び500時間連続駆動後に、各イオン交換樹脂筒を通過した後の循環水の導電率を測定したところ、いずれも1μS/cm以下の値を示し、非常に純度のよいものであり水質の劣化は起こっていないことがわかった。つまり、上記した本実施例の高分子電解質型燃料電池システムが良好な結果を示したのは、イオン交換樹脂筒における循環水の浄化機能が長期にわたり発現できたためである。イオン交換膜フレミオンの膜厚を段差計にて測定したところ、膜厚は3μmであった。

【0066】このように、本実施の形態の燃料電池システムは、燃料生成手段と、前記燃料生成手段によって生成された燃料ガスを加湿する燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガスを加湿する酸化性ガス加湿手段と、加湿された前記燃料ガスおよび酸化性ガスを用いて発電する燃料電池と、前記燃料電池より排出される前記酸化性ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段と、前記燃料電池より排出される前記燃料ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段および燃料側水回収手段により回収された回収水を燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段と、イオン交換樹脂筒とから構成される。

【0067】前記回収水はポンプにて汲み上げられ前記イオン交換樹脂筒によって浄化される。前記イオン交換樹脂筒の内表面にはイオン交換膜が設けられ、その内部にイオン交換樹脂が充填されている。この構成にすることでイオン交換樹脂筒の容積を大きくすることなく、システム内の水質を長期にわたり維持し、高耐久の燃料電池システムが実現できる。

【0068】これは以下の作用による。つまり、イオン交換樹脂筒の壁面においても、イオン交換膜によって金属イオンの交換機能が発現するため、全体的なイオン交換容量が増大するためである。また、イオン交換樹脂筒の壁面を漏れて流れる水中のイオンはその壁面に設けたイオン交換膜に効率よく捕捉されるため、イオン交換樹脂の出口部に運ばれることなく、入口部に存在するイオン交換樹脂から順に置換されることになるため、長期にわたりイオン交換機能を発現できるからである。

【0069】尚、イオン交換樹脂筒は一般的には円筒形のものが用いられるが、形状は円筒形に限定されるものではない。また、イオン交換樹脂筒の長さや断面積も流量等のシステム上要求される性能に合わせ適宜選択すればよく特に限定されるものではない。さらに、イオン交

換膜の膜厚は材料に依存するが大体の目安として $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上あればイオン交換樹脂筒の壁面で十分にイオンを捕捉することができ、水質浄化機能の耐久性を向上することができる。

【0070】(実施の形態6)はじめに、本実施の形態の燃料電池システムの構成について説明するが、本実施の形態の燃料電池システムは、イオン交換樹脂SMT100(三菱化成(株)製)に超高圧水銀灯を光源とし、 365 nm での光強度が 10 mW/cm^2 の紫外線を60秒照射し、表面処理を施した点以外においては、前述した本実施の形態1の燃料電池システムと同様な固体高分子型燃料電池システムである。

【0071】つぎに、本実施の形態の燃料電池システムの動作について説明する。

【0072】このような固体高分子電解質型燃料電池システムを、酸素利用率40%、水素利用率70%で、水素加湿バブラー温度 85°C 、空気加湿バブラー温度 65°C 、電池温度 75°C 、電流密度 0.2 A/cm^2 で運転したところ、燃料電池の初期電圧は28ボルト(燃料電池は40セルスタック)を示し、また、5000時間以上の連続作動後においても電池電圧は低下することなく28ボルトを維持し、運転動作は非常に安定したものであった。さらに、電池駆動直後及び5000時間連続駆動後に、各イオン交換樹脂筒を通過した後の循環水の導電率を測定したところ、いずれも $1\text{ }\mu\text{S/cm}$ 以下の値を示し、非常に純度のよいものであり水質の劣化は起こっていないことがわかった。つまり、上記した本実施例の高分子電解質型燃料電池システムが良好な結果を示したのはイオン交換樹脂筒における循環水の浄化機能が長期にわたり発現できたためである。

【0073】このように、本実施の形態の燃料電池システムは、燃料生成手段と、前記燃料生成手段によって生成された燃料ガスを加湿する燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガスを加湿する酸化性ガス加湿手段と、加湿された前記燃料ガスおよび酸化性ガスを用いて発電する燃料電池と、前記燃料電池より排出される前記酸化性ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段と、前記燃料電池より排出される前記燃料ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段および燃料側水回収手段により回収された回収水を燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段と、イオン交換樹脂筒とから構成される。

【0074】前記回収水はポンプにて汲み上げられ前記イオン交換樹脂筒によって浄化される。前記イオン交換樹脂筒の内部には紫外線により表面処理を受けたイオン交換樹脂が充填されている。

【0075】これは以下の作用による。つまり、一般的にはイオン交換樹脂においてはイオン交換機能を発現する側鎖部分は全て表面に出ているわけではなく、一部は

イオン交換樹脂の内部に潜り込んでいる。イオン交換はイオン交換樹脂と水が接触する界面で起こるため、内部に潜り込んだ側鎖部分はイオン交換機能を発現しにくい。一方、このイオン交換樹脂に紫外線を照射すると表面が活性化され、内部に潜り込んでいる側鎖部分が表面に露出し安定する。従って、紫外線を照射していないものに比べると表面に存在するイオン交換基の量が増大するため、より多くのイオンを捕捉することができるからである。

10 【0076】尚、紫外線の照射手段としては超高圧水銀灯や水銀灯、ハロゲンランプ等のランプを光源とすることができる。紫外線の強度はイオン交換樹脂に依存するが、大体の目安として 10 mW/cm^2 以上あれば、イオン交換樹脂の表面が活性化され、内部に潜り込んでいる側鎖部分が表面に露出し、イオンを捕捉機能が増大し、水質浄化機能の耐久性を向上することができる。更に、紫外線を照射する際に短波長側の光が照射されることによってイオン交換樹脂が劣化する可能性があるが、これを防止する目的で紫外線カットフィルターを設けても構わない。

【0077】以上においては、本実施の形態1~6について詳細に説明を行った。

【0078】なお、本発明の回収水浄化手段は、上述した本実施の形態においては、イオン交換樹脂筒を含む手段であったが、これに限らず、要するに、発電の際に生成されるガスから回収された水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器を有する手段であればよい。

【0079】また、本発明の撓水性を有しているとは、30 上述した本実施の形態においては、フッ素系材料を利用して構成されていることであったが、これに限らず、たとえば、ステアリン酸クロム錯体やミリスチン酸クロム錯体などの一塩基性カルボン酸クロム錯体を利用して構成されていることであってもよい。

【0080】要するに、本発明の燃料電池システムは、発電の際に生成されるガスから回収された水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器を有する回収水浄化手段を備え、イオン交換容器の少なくとも回収された水が通過させられる側の面の全部または一部は、撓水性を有している燃料電池システムである。

【0081】また、本発明の燃料電池システムは、発電の際に生成されるガスから回収された水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器を有する回収水浄化手段を備え、イオン交換容器の回収された水が通過させられる側の面の全部または一部には、イオン交換を行うための所定のイオン交換膜が形成されている燃料電池システムである。

40 50 【0082】また、本発明の燃料電池システムは、発電

の際に生成されるガスから回収された水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器を有する回収水浄化手段を備え、充填されるイオン交換樹脂は、所定の紫外線照射によって表面処理されている燃料電池システムである。

【0083】もちろん、水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器であって、少なくとも水が通過させられる側の面の全部または一部は、撓性を有しているイオン交換容器も、本発明に含まれる。

【0084】また、水を通過させてイオン交換により浄化するための、所定のイオン交換樹脂が充填されたイオン交換容器であって、水が通過させられる側の面の全部または一部には、イオン交換を行うための所定のイオン交換膜が形成されているイオン交換容器も、本発明に含まれる。

【0085】また、水をイオン交換により浄化するための、所定の紫外線照射によって表面処理されているイオン交換樹脂も、本発明に含まれる。

【0086】このように、本発明は、たとえば、少なくとも、燃料ガス生成手段と、燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガス加湿手段と、燃料電池と、前記燃料電池より排出される酸化性ガス及び燃料ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段により回収された水をイオン交換樹脂を充填したイオン交換樹脂筒を介して浄化する回収水浄化手段と、前記回収水浄化手段によって浄化された水を前記燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段とを備えた燃料電池システムであって、前記イオン交換樹脂筒がフッ素系材料からなることを特徴とする燃料電池システムである。

【0087】また、本発明は、たとえば、少なくとも、燃料ガス生成手段と、燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガス加湿手段と、燃料電池と、前記燃料電池より排出される酸化性ガス及び燃料ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段により回収された水をイオン交換樹脂を充填したイオン交換樹脂筒を介して浄化する回収水浄化手段と、前記回収水浄化手段によって浄化された水を前記燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段とを備えた燃料電池システムであって、前記イオン交換樹脂筒の内表面にはフッ素系材料からなる塗膜が設けられていることを特徴とする燃料電池システムである。

【0088】また、本発明は、たとえば、少なくとも、燃料ガス生成手段と、燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガス加湿手段と、燃料電池と、前記燃料電池より排出される酸化性ガス及び燃料ガスに含ま

れる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段により回収された水をイオン交換樹脂を充填したイオン交換樹脂筒を介して浄化する回収水浄化手段と、前記回収水浄化手段によって浄化された水を前記燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段とを備えた燃料電池システムであって、前記イオン交換樹脂筒の内表面にはフッ素系界面活性剤が混合された塗膜が設けられていることを特徴とする燃料電池システムである。

【0089】また、本発明は、たとえば、上述の燃料電池システムであって、イオン交換樹脂筒の内表面が凹凸形状を有することを特徴とする燃料電池システムである。

【0090】また、本発明は、たとえば、少なくとも、燃料ガス生成手段と、燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガス加湿手段と、燃料電池と、前記燃料電池より排出される酸化性ガス及び燃料ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段により回収された水をイオン交換樹脂を充填したイオン交換樹脂筒を介して浄化する回収水浄化手段と、前記回収水浄化手段によって浄化された水を前記燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段とを備えた燃料電池システムであって、前記イオン交換樹脂筒の内表面にはイオン交換膜が設けられていることを特徴とする燃料電池システムである。

【0091】また、本発明は、たとえば、少なくとも、燃料ガス生成手段と、燃料ガス加湿手段と、酸化性ガス供給手段と、酸化性ガス加湿手段と、燃料電池と、前記燃料電池より排出される酸化性ガス及び燃料ガスに含まれる水蒸気を凝縮して回収する酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段と、前記酸化側水回収手段及び燃料側水回収手段により回収された水をイオン交換樹脂を充填したイオン交換樹脂筒を介して浄化する回収水浄化手段と、前記回収水浄化手段によって浄化された水を前記燃料ガス加湿手段、酸化性ガス加湿手段及び燃料電池に供給する回収水循環手段とを備えた燃料電池システムであって、前記イオン交換樹脂筒に充填されるイオン交換樹脂が紫外線照射により表面処理されたイオン交換樹脂であることを特徴とする燃料電池システムである。

【0092】したがって、本発明の燃料電池システムによると、イオン交換樹脂筒におけるイオン交換機能を長期にわたって発現することができるため、システム内部の循環水の水質を長期的に高純度に維持することができ、高耐久の燃料電池システムを提供することができる。

【0093】

50 【発明の効果】以上述べたところから明らかなように、

本発明は、燃料電池システム内で利用される水の品質をより長期にわたり維持することができるという長所を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の燃料電池システムのブロック図

【図2】本発明の実施の形態1のイオン交換樹脂筒21の構成図

【図3】従来の燃料電池システムのブロック図

【図4】本発明の実施の形態2のイオン交換樹脂筒41の構成図

【図5】本発明の実施の形態3のイオン交換樹脂筒51の構成図

【図6】本発明の実施の形態4のイオン交換樹脂筒61の構成図

【図7】本発明の実施の形態5のイオン交換樹脂筒71の構成図

【符号の説明】

1 1 燃料電池

1 2 燃料ガス生成手段としての燃料処理装置

1 3 燃料ガス加湿手段としての燃料側加湿器

1 4 燃料側水回収手段としての燃料側水回収器

1 5 酸化性ガス供給手段としての空気供給装置

1 6 酸化性ガス加湿手段としての酸化側加湿器

1 7 酸化側水回収手段としての酸化側水回収器

1 8 水タンク

1 9 燃料側水ポンプ

1 1 0 酸化側水ポンプ

1 1 1 冷却水ポンプ

1 1 2 冷却水循環ポンプ

1 1 3 冷却水タンク

1 1 4 放熱器

1 1 5 イオン交換樹脂筒

1 1 6 イオン交換樹脂筒

1 1 7 イオン交換樹脂筒

1 1 8 冷却配管

2 1 イオン交換樹脂筒

2 2 イオン交換樹脂

2 3 イオン交換樹脂筒における水の入口部

2 4 イオン交換樹脂筒における水の出口部

3 1 燃料電池

3 2 燃料処理装置

3 3 燃料側加湿器

3 4 燃料側水回収器

3 5 空気供給装置

3 6 酸化側加湿器

3 7 酸化側水回収器

3 8 水タンク

3 9 燃料側水ポンプ

3 1 0 酸化側水ポンプ

3 1 1 冷却水ポンプ

3 1 2 冷却水循環ポンプ

3 1 3 冷却水タンク

3 1 4 放熱器

3 1 5 イオン交換樹脂筒

3 1 6 イオン交換樹脂筒

3 1 7 イオン交換樹脂筒

3 1 8 冷却配管

4 1 イオン交換樹脂筒

4 2 フッ素系塗膜

4 3 イオン交換樹脂

4 4 イオン交換樹脂筒における水の入口部

4 5 イオン交換樹脂筒における水の出口部

5 1 イオン交換樹脂筒

5 2 塗膜

5 3 フッ素系界面活性剤

5 4 イオン交換樹脂

5 5 イオン交換樹脂筒における水の入口部

5 6 イオン交換樹脂筒における水の出口部

30 6 1 イオン交換樹脂筒

6 2 四凸

6 3 イオン交換樹脂

6 4 イオン交換樹脂筒における水の入口部

6 5 イオン交換樹脂筒における水の出口部

7 1 イオン交換樹脂筒

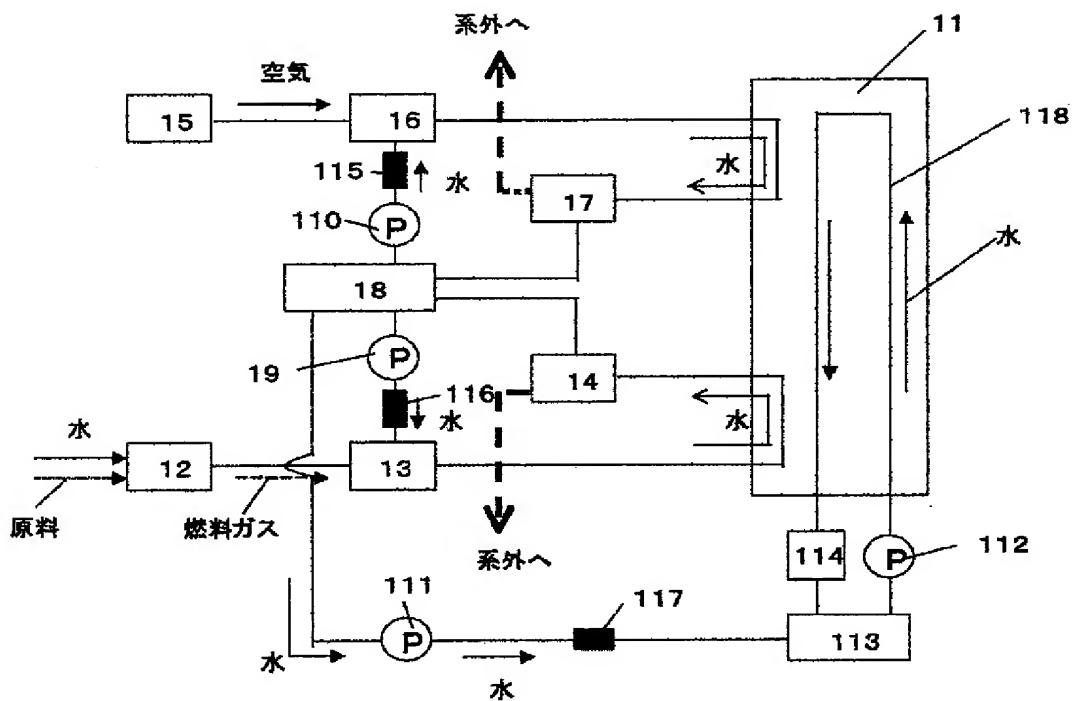
7 2 イオン交換膜

7 3 イオン交換樹脂

7 4 イオン交換樹脂筒における水の入口部

7 5 イオン交換樹脂筒における水の出口部

【図1】



11:燃料電池

12:燃料ガス生成手段としての燃料処理装置

13:燃料ガス加湿手段としての燃料側加湿器

14:燃料側水回収手段としての燃料側水回収器

15:酸化性ガス供給手段としての空気供給装置

16:酸化性ガス加湿手段としての酸化側加湿器

17:酸化側水回収手段としての酸化側水回収器

18:水タンク

19:燃料側水ポンプ

110:酸化側水ポンプ

111:冷却水ポンプ

112:冷却水循環ポンプ

113:冷却水タンク

114:放熱器

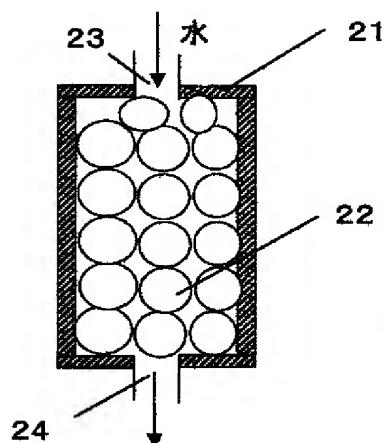
115:イオン交換樹脂筒

116:イオン交換樹脂筒

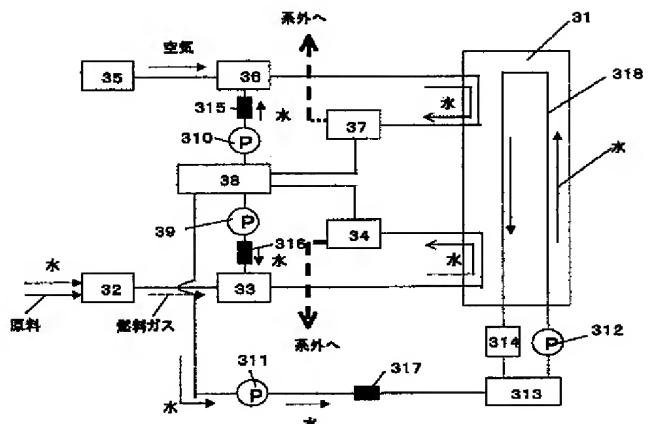
117:イオン交換樹脂筒

118:冷却配管

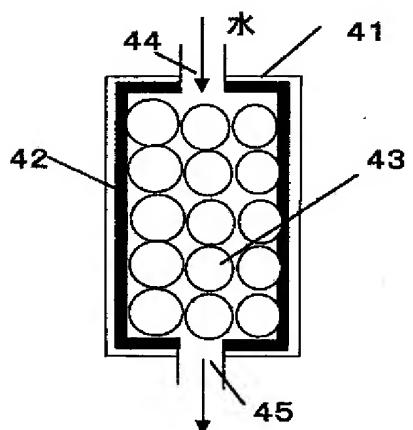
【図2】



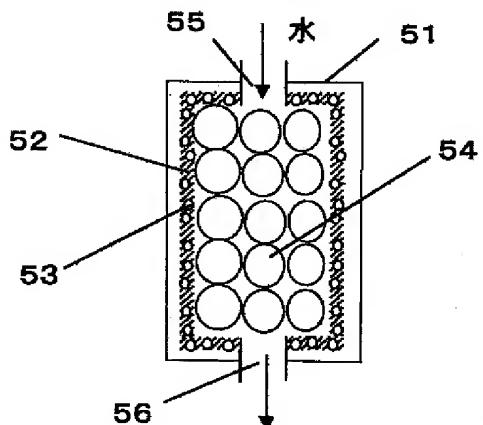
【図3】



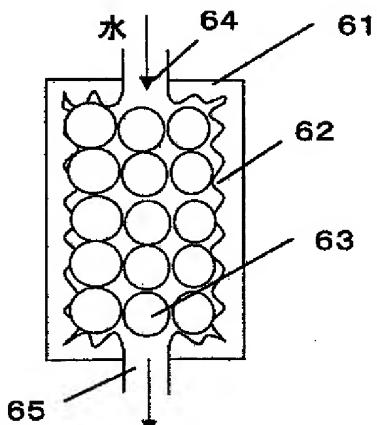
【図4】



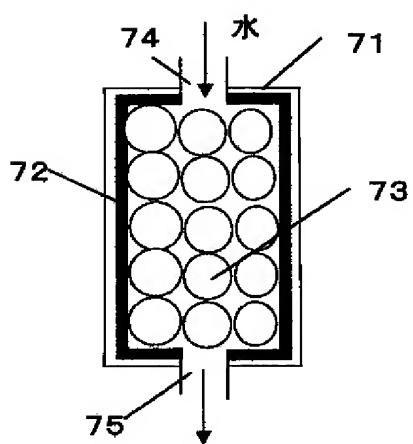
〔圖5〕



〔図6〕



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 原田 照丸
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 4D025 AA07 AB22 BA08 BA22 BA27
BB01 BB18

(72)発明者 上田 哲也
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

5H026 AA06 BB10 CX04 CX05 EE18
EE19

5H027 AA06 BA16 BC06 CC06 DD00

PAT-NO: **JP02003077520A**
**DOCUMENT-
IDENTIFIER:** **JP 2003077520 A**
TITLE: **FUEL CELL SYSTEM, ION
EXCHANGE CONTAINER, AND
ION EXCHANGE RESIN**
PUBN-DATE: **March 14, 2003**

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|-------------------|----------------|
| YAMAMOTO, MASAO | N/A |
| NAKAMURA, AKINARI | N/A |
| HARADA, TERUMARU | N/A |
| UEDA, TETSUYA | N/A |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|--------------------------------|----------------|
| MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD | N/A |

APPL-NO: **JP2001269218**

APPL-DATE: **September 5, 2001**

INT-CL (IPC): **H01M008/06 , B01J047/06 , C02F001/42 ,
H01M008/10 , H01M008/02**

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: **To maintain quality of
water used in a fuel cell system for a longer period of**

time.

SOLUTION: In this fuel cell system provided with ion exchange resin cylinders 115, 116, 117 filled with a prescribed ion exchange resin to pass water collected from gas generated when generating power and to purge it by ion exchange, at least all or a part of the surfaces of the ion exchange resin cylinders 115, 116, 117 where the collected water is passed through has water repellency.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO